

氏 名（本籍）	さ とり ゆう や 佐 藤 裕 也
学位の種類	医 学 博 士
学位記番号	医 博 第 6 0 9 号
学位授与年月日	昭和 4 4 年 3 月 2 5 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科専門課程	東北大学大学院医学研究科 （博士課程）外科学専攻
学位論文題目	ERG 電極に関する基礎的考察

（主 査）

論文審査委員 教授 桐 沢 長 徳 教授 田 崎 京 二

教授 鈴 木 泰 三

論文内容要旨

緒言

網膜に活動電位の存在することが発見されたのはかなり古く1865年であつた。だが人眼からのERGを比較的容易に記録出来る様になつたのはRiggs(1941), Karpe(1945)による強角膜コンタクトレンズ電極の考案以後である事は周知の事実である。その後電極には種類の改良が加えられ、最近本邦において使用されているものは永田氏による永田式不分極電極とLo-Vac電極が主で、その他の二~三の改良型は角膜への接触形式からみるとこのどちらかに分類される。最近律動様小波(以下OPと略記)が臨床的に応用される様になつたが、Lo-Vac型では永田式に比べてOPの再現性が多少劣る事が指摘され著者もこの事実について分析検討した。OPに関するこの差が、何故生じるのか、Lo-Vacの金属電極と、永田式の海綿+ZnSO₄電極という材質の相違による関電極=眼=不関電極系の電氣的インピーダンスのちがいで起因するのか、又は前者がリング状に角膜輪部に接触し後者が角膜上の一ヶ所から電位を検出する、即ち角膜への接触形式が異なるために生じる差なのか、又は別の原因によるものか、臨床上甚だ重要である。著者はこのうち角膜への接触形式がどの様な影響を与えるかについての基礎的実験を試みた。

実験方法

実験はすべて成熟白色家兎を用いて気管切開を加えアメリゾールで不動化し人工呼吸をおこなひながら1時間の暗順応の後、2分毎に20ジュールの閃光刺激を与え続けて実験をおこなつた。尚眼瞼及び瞬膜は予め切除し眼球を大きく露出してある。乾燥を防ぐために液体シリコンを使った。実験内容は、1.角膜、前眼部強膜の各々異つた場所におけるOPの頂点時のズレの有無。2.a, b波, OPについて各場所における電位の大きさと角膜輪部のそれとの比較。3.並列につないだ二ヶの関電極を用いその一ヶを強膜においた場合のERG波形の変化、である。1時~2時の輪部に白金線を固定しモニター電極とし、もう一ヶの白金線を12時→6時、3時→9時を結ぶ線に沿つて約2mm間隔で移動(可動電極)させてERGを記録した。尚不関電極は1cm²の銀板とし前額皮下においた。

実験成績並に考按

1.角膜に比べて強膜では程度の差はあるもののOPの頂点時が短縮する傾向にある。この現象は瞳孔の大きさに影響されない。角膜上ではどの点をとつてもOPの頂点時は変らない。2.角膜上ではどの点においてもb波, OPの電位はほぼ同じであるがa₁波は角膜中央部と輪部の間にわづかの電位差を認める。しかし一旦可動電極が輪部をこえれば変化は急激で、強膜、角膜間の電

位差が大きい事が確認された。この傾向は輪部から遠ざかる程強くなり E R G の大きさは角膜—前額皮下間で得られるものとほぼ同程度となる。3.角膜上にあるべき関電極の一部が強膜に接すれば得られる電位は低下する。

強膜上から検出した E R G で何故 O P の訂点時が角膜上に比べて短縮するが、その本質的な理由については今回の実験のみでは結論を下す色遣は困難であるが、その変化量も場合によつては僅少である。しかし、関電極が角膜上にある限り、得られる E R G は、b波振巾のみならず a 波、O P すべてに要素についてほぼ同じであるにも拘らず、一旦強膜へ移動すれば電位が著明に低下するという事実注目すべきである。臨床 E R G に使用される電極はどの形式のものであれその設計上角膜への接触はすべてが輪部に近い場所でおこなわれている。ところで我々が日常の外來で検査を行う場合大部分の被検者にとつて E R G は初めての検査であり、検者が要求する通りの正面視をしてくれないのが常である。故に角膜上に正しく接触しなければならぬはずの電極が絶えず移動し時に強膜上に大きくズレてしまう事もあり得る。従つて角膜輪部を境として E R G の波形が大きく変化する強膜へ電極の一部が接触した場合、検出される波形に何らかの歪（具体的には O P の減弱）を生じる可能性は著者の今回の実験により当然考えられるわけで、a、b 波に比べて電位が $\frac{1}{10}$ の O P にそれが表現されるだろうと推定される。最近の様に臨床 E R G の研究がすすみ各種の電極が考案され使用される様になると電極に関する統一規格が要求されてくる。b波振巾についてはすでに I S O E R G でのとりきめがなされているが、実際に、使用する電極によつて O P の記録に多少の差異がみとめられるとなればあらためて電極に関する基礎的条件を O P の面から検討し直さなければならない。他にも例えば、強度の閃光刺激を使用する状況にある現在、優秀なる不分極性のみ重視された頃とは異つて閃光に伴う大きな Artifact 等、新しい問題が生じてきたわけで、電極材質による差、電極の角膜上でのズレをどの程度まで考慮すべきかなども検討せねばならない。今回の著者の実験では健康人眼で異つた電極によつて O P に差の出る事実を示し、家兎を用いて E R G に対する角膜と強膜の特性が a 波、b 波のみならず O P に関しても明らかに違つてゐることを確認し、あわせて関電極の位置による E R G の歪の可能性について言及した。

結 論

成熟白色家兎を用い先端を丸くした白金線を電極として用い、電極に関する基礎的実験を行ひ次の結果を得た。1.角膜に比べて強膜では O P の頂点時が短縮する。2. E R G 各成分とも角膜内で電位差はほとんどないが角膜と強膜の間の電位差が大きいので、電極の一部が強膜に接すれば E R G は低下する。3.以上の実験結果から、臨床的にしばしば見られる同一人眼 E R G における O P 波形の歪が、O P 電位の小さいために、電極のズレによつても相当に影響されることを確かめた。

審査結果の要旨

人眼 ERG (網膜活動電位)の研究は Riggs (1941), Karpe (1945) による強角膜コンタクトレンズ電極の考案により著しく発展した。現在本邦において臨床的に使用されている電極としては永田式不分極電極と、Lo-Vac 電極が主である。最近律動様小波 (以下 OP) が臨床的に応用される様になつたが、Lo-Vac 型では永田式に比べて OP の再現性が多少劣る事が指摘された。この事は臨床診断上重要なので、この差が、何故生じるのかに関して著者は分析的に研究した。即ち、(1)電極の材質の相違、(2)電極系の電氣的インピーダンスのちがひ、(3)電極の角膜への接触形式の差等の原因が考えられるが、著者はこのうちの(3)に基く影響に関して基礎的実験を試みた。

実験方法

実験はすべて白色成熟家兎を用いて気管切開、アメリゾールで不動化し、人工呼吸下1時間の暗順応後、2分毎に20ジュールの閃光刺激により実験をおこなつた。実験内容は①角膜、前眼部強膜の各々異つた場所における OP の頂点時のズレの有無。②a、b波、OP について各場所における電位の大きさと角膜輪部のそれとの比較。③並列につないだ二コの関電極の一コを強膜上においた場合の ERG 波形の変化、である。

実験成績

①角膜に比べて強膜では程度の差はあれ、OP の頂点時が短縮する傾向にある。角膜上ではどの点をとつても OP の頂点時は変らない。この現象は瞳孔の大きさに影響されない。②角膜上ではどの点においても b 波、OP の電位はほぼ同じであるが、a₁ 波は角膜中央部と輪部の間にわずかの電位差を認める。しかし可動電極が輪部をこえれば変化は急激で、強膜、角膜間の電位差が大きいたことが確認され、輪部～赤道部附近強膜間で得られる ERG の振巾は角膜～前額皮下間で得られるものと同程度であつた。③角膜上にあるべき関電極の一部が強膜に接すれば得られる電位は低下する。即ち関電極が角膜上にある限り、得られる ERG は b 波振巾のみならず a 波、OP について全く同じであるが、一旦強膜へ移動すれば電位が著明に低下することがわかつた。

臨床 ERG 用電極はどの形式のものであれ、その設計上、角膜への接触はすべてが輪部に近い場所でおこなわれているために患者の眼の固定が充分でない場合、電極が移動した時に強膜上に大きくズレる事もあり得る。この際、a、b 波に比べて電位が約半の OP にあつては強膜への僅かのズレも、波形に大きく表現され、OP 減弱となつて現われるものと推定される。従つて今後は電極に関する規格が更に厳重に検討されるべきであり、b 波振巾について既に行われた ISO ERG のとりきめの如く、OP の面からも又検討し直されなければならないと考える。即ち従来論じられた電極の不分極性のみならず、材質の差、角膜上のズレ等についても更に詳細な検討を加えられなければならないと考える。

以上の如く、著者の実験により健康人眼で電極の種類によつて OP に差の出る事実が確かめられ、尙家兎を用いて角膜と強膜の特性が a、b 波のみならず OP に関しても明らかに差を生ずることが確認された。

この成績から、臨床的には、用いられる関電極の位置によつて ERG のヒズミの生ずる可能性が実証されたが、この事実は ERG の臨床的診断の上に重要な問題を提供するものである。

よつて本論文は学位を授与するに値するものと認める。